Der Stimmapparat des Hemidactylus garnoti Dum. et Bibr.

Ein Beitrag zur Anatomie der Geckotiden.

(Reise von Dr. Walter Volz.)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der Universität Bern

vorgelegt von

Leo Steck

aus Bern.

Naumburg a. S.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.).

1908.

Der Stimmapparat des Hemidactylus garnoti Dum. et Bibr.

Ein Beitrag zur Anatomie der Geckotiden.

(Reise von Dr. Walter Volz.)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der Universität Bern

vorgelegt von

Leo Steck
aus Bern.

ACAD. LIBRAT. BIBL.

Naumburg a. S.
Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.).
1908.

Genehmigt von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der philosophischen Fakultät auf Antrag des Herrn Prof. Dr. Th. Studer.

Bern, den 25. Juni 1907.

Prof. Dr. Tobler,
Dekan.

Abdruck
aus den
Zoologischen Jahrbüchern. Bd. 25. Abt. f. Anat. 1908.
Herausgegeben von Prof. Dr. J. W. Spengel in Gießen.
Verlag von Gustav Fischer, Jena.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

An dieser Stelle möchte ich meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Th. Studer meinen herzlichsten Dank aussprechen für die wertvolle Belehrung und Anregung, die er mir stets zuteil werden ließ. — Auch möchte ich meinen Gefühlen der Dankbarkeit und Verehrung gegenüber meinem unvergeßlichen, für die Wissenschaft gestorbenen Freund und Lehrer Dr. W. Volz PD. Ausdruck geben. Von ihm stammt das Material zur vorliegenden Arbeit.

Unter den Lacertiliern kommt den Geckotiden in vielem eine Sonderstellung zu, und so lohnt sich fast jede Untersuchung über ihre Anatomie, um so mehr als noch relativ sehr wenige Arten dieser Familie bearbeitet worden sind. Wir kennen spezielle anatomische Untersuchungen über *Ptyodactylus fimbriatus* (Tiedemann, Meckel), über *Platydactylus guttatus* (Meckel, Doleschall, van Bemmelen), *Phyllodactylus europaeus* (Wiedersheim), *Platydactylus japonicus* (Sanders); außerdem wird noch diese und jene Art in vergleichend-anatomischen Untersuchungen gestreift. Von diesen ist für meine Arbeit von Wichtigkeit die „Vergleichend-anatomische Beschreibung

des Kehlkopfes" von Henle, in welcher *Platydact. fascicularis*, *Hemidact. triedrus* und *H. armatus* untersucht werden.

Die von mir auf den Stimmapparat untersuchten Exemplare von *Hemidactylus garnoti* Dum. et Bibr. stammen aus Bingin Telok (Sumatra) und sind mir von Dr. W. Volz †, der sie daselbst gesammelt hat, freundlichst zur Bearbeitung überlassen worden. Über sein Vorkommen und seine Lebensweise schreibt er in den Zoologischen Jahrbüchern (26):

„*H. garnoti* ist der weitaus häufigste Gecko dieser Gegenden; überall kommt er vor: in den Wäldern, bei gefallenen Baumstämmen, und in den Häusern von Dörfern und Städten. Hier wird er durch Wegfangen von Insecten nützlich. Oft siedelt er sich selbst in den Prauen der Malayen und auf Dampfern an. Der Ton seiner ziemlich lauten Stimme ist in seinem malayischen Namen Tjik Tjak ausgedrückt" usw.

Die außerordentliche Erscheinung einer eigentlichen Stimme bei Reptilien hat schon frühe einige Forscher veranlaßt, die Geckotiden, die wohl die lauteste Stimme besitzen, auf den stimmbildenden Apparat hin zu untersuchen. Wir sehen in ihren Arbeiten verschiedene Meinungen über die Hervorbringung der Stimme vertreten, je nach den, den verschiedenen Arten eignen und von andern Sauriern abweichenden Bildungen an Kehlkopf und Trachea.

Sehr frühe, im Jahre 1818, wies Tiedemann (1) auf eine dicht hinter dem Kehlkopfe gelegene Erweiterung der Luftröhre bei *Gecko* (*Ptyodactylus*) *fimbriatus* hin. Er bemerkt darüber, daß sie als Luftbehälter während des oft längern Aufenthaltes dieses Tieres im Wasser dienen möge. Einen Einfluß dieser erweiterten Stelle der Luftröhre auf die Hervorbringung der Stimme läßt er gelten, erwähnt das aber nur beiläufig, indem er auch bemerkt, daß bei allen Geckonen eine verhältnismäßig weite Trachea sich finde. — Im darauf folgenden Jahre hat Meckel (2) die Tiedemann'sche Untersuchung einer Nachprüfung unterworfen und findet neben kleinern anatomischen Verschiedenheiten heraus, daß die bei dieser Art vorkommenden langen, schlauchförmigen Fortsätze am Ende des Lungensackes wohl für die Respiration im Wasser genügen mögen, da ja auch der Haut noch eine respiratorische Funktion zukomme. Die Erweiterung der Trachea, meint er, stehe ausschließlich zur Stimme in Beziehung, indem man ja auch Luftröhrenerweiterungen bei Vögeln treffe. Bei *Gecko* (*Platydactylus*) *guttatus* sei die ganze Trachea

erweitert und zwar so stark wie die erweiterte Stelle bei *Gecko* (*Ptyodactylus*) *fimbriatus*. — Henle (4) gibt in seiner vergleichenden Anatomie des Kehlkopfes eine anatomische Beschreibung des Kehlkopfes einiger Geckotiden und bemerkt zum Schlusse, daß die Geckonen mit den Chamaeleoniden die vollkommensten Stimmbänder unter den Reptilien besitzen; doch erwähnt er nichts darüber, ob sie zur Erklärung dieser starken Stimme genügen. — Eine originelle Idee über den Stimmapparat bei *Platydactylus guttatus* vertritt C. L. Doleschall (6) in einer 1855 erschienenen Arbeit, die ganz in Vergessenheit geraten zu sein scheint, da ich sie nirgends zitiert finde. Es seien wohl ein paar Stimmbänder vorhanden, schreibt er, doch sie genügen nicht zur Erklärung der außerordentlich starken Stimme. Er nimmt als Hilfsapparat in Anspruch eine Haut, die am Grunde der Mundhöhle liegen soll und welche durch einige, hauptsächlich an ihrem Rande gelegene Muskelchen gespannt werden kann. An der Spannung sollen auch teilhaben der Zungenbeinapparat mit den daran befestigten Muskelchen und ein dreieckiges Kalkplättchen, das zu beiden Seiten des Halses liegt. Die gespannte Haut kann vermöge ihrer Elastizität den Ton verstärken, indem sie als „Trommelfell" wirkt, wie Doleschall diesen Apparat wegen der funktionellen Ähnlichkeit mit dem Stimmapparat der Cicaden nennt. Nach seiner Zeichnung von den kleinen Spannmuskelchen kann ich durchaus keine Analogien bei *H. garnoti* finden; auch konnte ich nicht ins klare gelangen, was unter dem „Trommelvlies" verstanden sein kann. Der Beschreibung seiner Lage nach wäre es eine feine Haut, die oben von der Schleimhaut, unten von Muskelchen bedeckt ist. Bei *H. garnoti* finde ich unter der Schleimhaut außer Muskeln nur die Submucosa, die aber eine solche Bedeutung niemals haben kann. Vielleicht aber meint er, und ich halte es für wahrscheinlicher, einen Teil jener oberflächlichsten, oft hautfeinen Muskelschicht des Unterkiefers, deren ausschließlich muskulöse Struktur (vgl. Kap. III) einer makroskopischen Untersuchung entgangen sein mag. — Doleschall's Wahrnehmungen veranlaßten mich, auch meine Geckonen auf den Muskelapparat des Unterkiefers zu untersuchen. Ich kam dann zum Schlusse, daß D. im Prinzip der Sache wohl recht haben mag; allerdings grenzen manche seiner Befunde, so das Kalkplättchen [Endtasche des Aquäducts, vgl. Wiedersheim (14)] an Fabel.

Wie es sich mit dem stimmbildenden Apparat bei *H. garnoti* verhält, werden wir im folgenden sehen. Zum Voraus will ich nur bemerken, daß ich bei dieser Art weder eine lokale Luftröhrenerweiterung, noch eine besonders weite Trachea, ja nicht einmal ein Paar Stimmbänder angetroffen habe.

I. Skelet des Zungenbeines, des Kehlkopfes und der Trachea.

a) Skelet des Zungenbeines.

(Fig. 1.)

Das unpaare Stück des Zungenbeinapparats, die Copula, ist mit seinem caudalen Teile fest mit dem Kehlkopf verwachsen, ein Verhalten, das von demjenigen bei andern Sauriern bedeutend abweicht und, wie wir sehen werden, von großer Bedeutung für die stimmbegabten Geckotiden ist. Die Verwachsung geschieht nicht allein durch Bindegewebe, sondern auch dadurch, daß der M. compressor laryngis ihn als alleinigen Ursprung benützt (Fig. 1 *s*); schon aus diesem Grunde ist der Zungenbeinapparat zum Kehlkopfgerüst zu rechnen[1]) (Wiedersheim). Das Os entoglossum erstreckt sich etwa um $^2/_3$ seiner Länge über den Kehlkopf hinaus, dringt, indem es sich nach und nach etwas verjüngt, durch das Muskelgewebe des Unterkiefers vor und endet kurz vor der Stelle, wo die untere Zungenfläche sich vom Mundboden zu trennen beginnt. Da diese Trennung ziemlich weit hinten liegt, so ist der Zungenbeinkörper ziemlich kurz und gelangt gar nicht in die eigentliche Zunge hinein. Das Os entoglossum liegt vollständig frei in der umgebenden Substanz und läßt sich leicht aus ihr herausziehen. Eigentümlich ist seine Struktur: es besteht aus verkalktem Knorpel, und zwar ist die Verkalkung, wie auf Querschnitten zu erkennen ist, röhrenförmig. Bekleidet ist die Copula von einem starkhäutigen Überzug, der an ihrem Ende schwach kolbig verdickt ist. Der Überzug schwindet an der Stelle, wo der M. sphincter seinen Ursprung nimmt. — Der untere Teil der Copula verbreitert sich zu einer kurzen Zungenbeinplatte; diese teilt sich nach hinten in zwei kurze Schenkel, welche in einem Winkel von ca. 90° nach außen divergieren. Platte und Schenkel bestehen ebenfalls aus Kalkknorpel.

1) Nach Henle (4) teilen unter den Sauriern noch *Amphisbaena*, unter den Cheloniern *Testudo* und *Chelonia* letzteres Verhalten.

Kurz vor dem Ende der Schenkel zweigt eine rein hyaline, flache und ziemlich breite Spange ab, die nach außen und vorn zum vordern Zungenbeinhorn zieht, jedoch über dieses hinaus einen Haken bildet, der am Vorderrande einen kleinen Flügel besitzen kann; letzterer ist manchmal kaum angedeutet. Das vordere Zungenbeinhorn ist ein ordentlich breites, aber flaches Gebilde, das nach hinten und außen verläuft, hinter dem Unterkiefer nach oben umbiegt und bis in die Schläfengegend hinaufreicht. Es besteht größtenteils aus rein hyalinem Knorpel und zeigt nur in seiner vordern Hälfte hie und da eine leichte Verkalkung an der Stelle, wo der M. ceratohyoideus (vgl. Kap. III) ansetzt. Das vordere Zungenbeinhorn samt der Knorpelbrücke, die es mit dem Zungenbeinkörper verbindet, ist fest mit der Mundschleimhaut verwachsen, in dem Maße, daß es gewöhnlich zerbricht, wenn man es davon ablösen will.

Das hintere Zungenbeinhorn setzt sich jederseits an die Schenkel der Zungenbeinplatte an, deren geradlinige Fortsetzung es bildet. Die Ansatzstelle ist kolbig verdickt, hierauf wird die Spange aber sehr fein. Sie verläuft konvergierend mit dem vordern Horn und biegt sich ebenfalls in die Schläfengegend hinauf. Der letzte Teil wird von einer gröbern, hyalinknorpligen Endapophyse gebildet, während der übrige feine Teil einen typischen Röhrenknochen darstellt, wie das ja allgemein bei Reptilien der Fall ist. Dieses letzte Verhalten ist darum sehr zweckmäßig, weil an diesem knöchernen Teil sehr viele Muskeln entspringen und ansetzen. Es sind dies fünf verschiedene Muskelpaare, wovon der Zungenmuskel ein sehr bedeutend entwickelter ist.

Der Zungenbeinapparat weicht in seiner Form wesentlich von dem bei Wiedersheim (14) (*Phyllodactylus*) abgebildeten ab, ebenfalls von denjenigen, welche Hoffmann (18) nach Cuvier (*Gecko sp.*) und Henle (4) (*Plat. fascicularis*) abbilden. Man trifft also unter den Geckotiden in dieser Beziehung zahlreiche Verschiedenheiten, und es wäre interessant, die Faktoren zu kennen, welche sie veranlassen.

b) Skelet des Kehlkopfes.

(Fig. 2, 3 u. 4.)

Die Formen des Kehlkopfes sind ziemlich kompliziert, indem verschiedene Fortsätze und Lücken im Cricoidknorpel auftreten, die zudem noch bei verschiedenen Individuen Schwankungen unterworfen sind. Dennoch läßt sich gut ein Normaltypus des Kehlkopfes feststellen. Untersucht wurden 7 Kehlköpfe.

Nach Henle (4) entsteht der Kehlkopf aus zwei seitlichen Knorpelleisten, die auf der vordern und hintern Fläche des Luftweges einander Querfortsätze zusenden, welche getrennt bleiben oder sich auch zu Spangen und Ringen schließen können. Bei den verschiedenen Reptilien ist die Zahl der so entstehenden Ringe, die den Cricoidknorpel bilden, eine wechselnde. Sie schwankt zwischen 16 (*Crotalus*) und 2 (*Cephalopeltis, Zonurus, Draco*, Geckonen). Die Ringe können unter sich wiederum durch ventrale und dorsale Longitudinalleisten verbunden sein; auf der dorsalen Seite ist dies jedoch häufiger der Fall. Diese kann endlich auch ganz solide werden, sodaß von Ringen sich nichts mehr erkennen läßt. — Die Sonderung der Aryknorpel ist mehr oder minder scharf.

Am Habitus des Cricoids von *Hem. garnoti* läßt sich die Entstehung aus zwei Seitenknorpeln und zwei diese verbindenden Spangen gut erkennen. Diese Art weist hierin ein sehr primitives Verhalten auf, das nicht von allen Geckonen geteilt wird. Die Seitenknorpel tragen die für die Geckotiden so charakteristischen äußern Fortsätze, die sich mit ihrem Ende hornartig nach vorn krümmen. Diese Fortsätze sind massiv und nicht hohl, wie es Wiedersheim (14) von *Phyllodactylus* und *Platydactylus* erwähnt; auch kann ich in ihnen keine kalkige Imprägnation entdecken, wie überhaupt das gesamte Cricoid aus rein hyalinem, jedoch dickem Knorpel besteht. — Der obere Kehlkopfring ist nur ventral geschlossen; in einem Falle ließ sich auch eine Spur eines dorsalen Querfortsatzes erkennen. Der ventrale Teil trägt an seinem oralen Rande eine Spitze, welche einen mehr oder minder stumpfen Winkel bildet. Diese Spitze, die an eine Epiglottis erinnert, genetisch aber natürlich nichts damit zu tun hat, findet sich auch bei *Phyllodactylus*, während bei den übrigen bis jetzt untersuchten Geckotiden (*Plat. fascicularis, Hem. triedrus, H. armatus* bei Henle und *Plat. mauritanicus* bei Wiedersheim) an dieser Stelle eine seichte Einbuchtung zeigen. Die Hervorragung wurde von Göppert (22) als Processus anterior inferior bezeichnet. — Der zweite Ring des Kehlkopfes ist ganz geschlossen. Er ist ventral vom ersten Ringe durch eine breite Lücke getrennt, in welche er oft einen schwachen Fortsatz vorsendet.[1]) Die Lücke hat weiter keine Bedeutung, da sie durch den hier anliegenden Zungenbeinkörper hart geschlossen

1) Nach Henle soll ein longitudinaler Knorpelstreifen über die Mitte dieser Lücke verlaufen, welcher bewirkt, daß aus dem Querspalte zwei seitliche Lücken hervorgehen. Doch liegt hier offenbar ein Irrtum vor, da seine eignen Zeichnungen von Geckonenkehlköpfen die Erscheinung nicht zeigen.

wird. — Die hintere (dorsale) Kehlkopfwand ist gewöhnlich bei den Geckonen ganz solide (Henle u. a. a. O.). Bei *H. garnoti* ist dies am allerwenigsten der Fall. Nicht nur schließt sich der erste Ring auf dieser Seite nicht [1]), sondern auch der zweite, dorsal geschlossene Ring zeigt einige Schwächungen, wovon eine von vorn nach hinten verlaufende längliche Lücke in der Mittellinie konstant vorhanden ist. Sie liegt bald etwas weiter vorn, bald etwas weiter hinten und deutet darauf hin, daß der Ring aus der Verschmelzung zweier Querfortsätze entstanden ist. Letzteres zeigt auch besonders deutlich ein Querschnitt (Fig. 9), welcher auf der Mitte der Innenfläche des Ringes eine kleine Einbuchtung aufweist. Die Querfortsätze, welche von den Seitenknorpeln nach innen führen (wie auch diejenigen, welche den Ring ventral schließen), können sehr dünn sein, was ebenfalls eine Schwächung der dorsalen Wand bedeutet. Der mittlere Teil des Ringes ist verbreitert und trägt am oralen Rand einen stumpfwinkligen Fortsatz, den ich der Einfachheit halber Processus anterior superior nenne, obschon er nicht dem von Göppert so bezeichneten analog ist, der dem 1. Kehlkopfring aufsitzt. — Die erwähnte Longitudinallücke ist da, wo sie den hintern Rand des Kehlkopfes verläßt, jederseits von zwei Knorpelstreifen begrenzt, die sich mit dem 1. Trachealring verbinden (s. Skelet der Trachea). Dies entspricht der Bemerkung Henle's, daß mit der Basis des Aryknorpels auch die die Kehlkopfringe verbindenden Leisten oft dorsal rücken.

Ein eigentümliches Verhalten in Lage und Form weisen die Arytaenoide auf.

Diese Knorpel wären nach Henle Fortsätze der zuerst auftretenden primitiven Seitenleisten, die sich dann von letztern abschnüren können. Auch Dubois (16) vertritt noch dieselbe Ansicht. Wilder (19, 20) bemerkt über die Phylogenese der Arytaenoide, daß sie als Reste des fehlenden 5. Kiemenbogens (Ossa pharyngalia der Teleosteer) zu betrachten seien und also nichts mit dem Cricoidknorpel zu tun haben, der aus rein trachealen Elementen zusammengesetzt ist; die Arytaenoide seien selbständige Bildungen. Danach wäre der Fall, wo die Aryknorpel fest dem Cricoide aufsitzen, offenbar eine sekundäre Verwachsung. Ich muß gestehen, daß die Aryknorpel bei *H. garnoti* wirklich einen Eindruck der Selbständigkeit machen und dies besonders wegen ihrer funktionellen Bedeutung (vgl. Kap. IV).

1) In der Tatsache, daß dorsal nur der untere Ring verschmolzen ist, liegt ein Anklang an viele andere Saurier, bei denen in der Regel die vordere (ventrale) Kehlkopfwand höher ist als die hintere [Leydig (10)].

Die Abtrennung der ebenfalls rein hyalinen Aryknorpel von der Cartilago cricoidea ist bei den Geckonen sozusagen vollkommen, doch bleiben sie durch fibröses Bindegewebe noch in engem Zusammenhang mit letzterer. Ihre Basis liegt seitlich und dorsal am oralen Rand des Cricoids, an der Stelle, wo sich dieser zum 2. Kehlkopfring hinuntersenkt. Sie neigen sich nach hinten (Fig. 11) und innen, und überragen den ventralen Proc. ant. inf. um ein Weniges. Ersterer Umstand ist eine hier zum ersten Male beobachtete Eigentümlichkeit, der Wichtigkeit beizumessen ist (s. Kap. IV); Henle fand bei seinen Geckonen, unter denen sich zwei *Hemidactylus* befinden, gerade das Umgekehrte, d. h. die Arytaenoide neigen sich dort nach vorn, d. i. ventral. Bei *Phyllodactylus* nehmen sie eine Mittelstellung ein und bleiben in der Horizontalebene. — Die Form der Aryknorpel ist diejenige eines schwach geknickten Kolbens, dessen dickes Ende hakenförmig nach der Kehlkopföffnung zu umgebogen ist; sie ist übrigens einigen Schwankungen unterworfen, stimmt aber im wesentlichen mit der bei Wiedersheim (*Phyllodactylus*) beschriebenen überein, dagegen weniger mit der bei Henle's Geckonen. — Wenn wir nach Henle die Aryknorpel als Processus der ursprünglichen Seitenleisten des Luftweges erklären, hätten wir also in diesem Geckonenkehlkopf — abgesehen von der Bildung des Cricoids, das auf tiefer Stufe stehen geblieben zu sein scheint — ein ziemlich fortgeschrittenes Verhalten, in dem sich die Abschnürung der Aryknorpel nicht nur vollzogen hat, sondern dieselben schon eine Wanderung gegen die Dorsalfläche angetreten haben. Dieser Widerspruch dürfte uns eher für die Ansicht Wilder's bestimmen. Jedoch muß man bedenken, daß das dorsale Nichtgeschlossensein des 1. Ringes sehr wohl eine sekundäre Erwerbung sein kann, da so eine sehr zweckmäßige Verlängerung der Kehlritze ermöglicht wird, die andern Reptilien, auch andern Geckotiden, nicht zukommt.

c) Skelet der Trachea.

(Fig. 2, 4, 5, 6, 7.)

Die Grenze zwischen Kehlkopf und Trachea ist oft nicht leicht zu ziehen. Man kann, ausgehend von der Analyse Henle's, wonach der Kehlkopf bei Geckonen aus 2 Ringen bestehe, den 3. Ring als den 1. Trachealring bezeichnen. Bei *H. garnoti* ist dieser 1. Trachealring ausnahmslos noch mit dem Kehlkopfe in knorpligem Zusammen-

hang, indem die beiden dorsalen Längsstreifen, welche die oben erwähnte Mittellücke begrenzen, auf ihn übergehen. Nicht selten ist auch der 2. bis 4. Trachealring dorsal im Zusammenhange, jedoch nur mit einem Streifen (vgl. Fig. 2 u. 4). Dieser allmähliche Übergang des Cricoids in die Trachea ist ein Hinweis auf die genetische Zusammengehörigkeit der beiden Apparate. Die erwähnte dorsale Lücke kann auch noch den 1. Ring vollständig teilen (Fig. 2), welcher Umstand im Widerspruch steht mit Henle's Meinung, daß bei Geckonen der 1. Trachealring stets geschlossen sei. — Der 2. bis ca. 28. Ring ist stets geschlossen, die folgenden (ca. 14) Ringe zeigen dorsal eine sehr schmale Trennung (Fig. 6). Dann spaltet sich die Trachea in die Bronchen, welche auf ihrer vordern Fläche stets mannigfach verwachsene Skeletspangen tragen; hie und da greift eine Spange auch wohl auf die hintere Fläche über (Fig. 6 u. 7). — Wie Henle schon bemerkt, finden sich bei den ersten Ringen unterhalb des Kehlkopfes oft Unregelmäßigkeiten, die sich in Verwachsungen und Spaltungen äußern. Die Verwachsungen finden sich bei *H. garnoti* vorwiegend in den Medianlinien, die Spaltungen vorwiegend auf den Seiten der Trachea. Dorsalmediane Verschmelzungen kommen seltner vor als ventralmediane, was dartut, daß eine Tendenz besteht, die Trachea ventral zu verstärken, weil sie dem Drucke von außen ausgesetzt ist. Diese Tendenz besteht naturgemäß besonders im ersten Drittel der Trachea. Ich fand denn auch eine Trachea, welche die Erscheinung in ganz abnormer Weise zeigte. Die 12 ersten Ringe erwiesen sich zu einer kontinuierlichen Platte verwachsen, welche in der Mitte sogar eine verkalkte Leiste trug, die sich bis zum 9. Ringe erstreckte (Fig. 5). Über die Häufigkeit dieser seltsamen Erscheinung kann ich keine Angabe machen, da sie unter 7 nur 1 Trachea zukam. Ventrale Verwachsungen von Trachealringen können auch kurz vor der Spaltung in die Bronchen auftreten, doch sind es hier nie mehr als 3 Ringe (Fig. 7). — Die Trachealringe sind in der Regel überall gleichdick, meist auch gleichbreit; ihre Abstände voneinander sind wenig verschieden im Gegensatz zu *Ptyodact. fimbriatus*; selten weisen sie eine leichte kalkige Imprägnation auf.

Die Trachea trägt also keine Erweiterung, wie sie Tiedemann (1) und Meckel (2) bei *Ptyodact. fimbriatus* beobachteten und als Hilfsapparat zur Stimmbildung erklärten; auch ist das Lumen im Verhältnis zur Länge nicht besonders weit, wie es von *Platydactylus*-Arten bekannt ist (die Verhältnisse sind ungefähr dieselben wie

bei *Lacerta*). Als Besonderheit der Trachea kann man ihre starke Wandung bezeichnen.

II. Muskulatur und Bindegewebsteile des Kehlkopfes.

Die Muskulatur des Kehlkopfes weicht wenig ab von derjenigen der andern Saurier. Auch hier haben wir zwei Paare von Muskeln, von denen das eine die Kehlritze schließt, das andere sie erweitert. Von speziellem Verhalten sind die Ansatzstellen.

Der M. compressor laryngis (Sphincter lar.) entspringt hier wie bei allen Geckotiden vom lateralen und ventralen Rand des mit dem Cricoid fest verbundenen Zungenbeinkörpers. Die Ursprungsstelle erstreckt sich bis etwas über den Kehlkopf hinaus (Fig. 5). Seine Fasern ziehen zur dorsalen Fläche des Cricoids schräg nach hinten und oben; sie bedecken jederseits dessen oral-ventralen Rand und die Flanken der Acytaenoide und setzen sich dorsal am hintern Ringe des Cricoids an, da wo dieser den Proc. ant. superior bildet (Fig. 12). Die Ansatzstellen befinden sich zu beiden Seiten der Medianlinie, direkt hinter dem Ende der Kehlspalte; oft geht die Ansatzlinie etwas über den Proc. ant. superior hinaus. In einem Falle, wo der 2. Kehlkopfring abnorm weit hinten lag (Fig. 8) und die Kehlritze deshalb verlängert war, befanden sich die Ansatzstellen zu beiden Seiten der letztern; infolgedessen waren die Ränder der Ritze hier verwachsen. Mit der Wandung des Kehlkopfes steht der Muskel nicht in direkter Verbindung, sondern diese wird durch ein kurzes Ligament (Fig. 4 u. 9 *lig*) vermittelt, das eine submuköse Bildung zu sein scheint. Dieses erstreckt sich im vordern Teil des Ansatzes über den Proc. ant. sup. hinweg, von der Mundschleimhaut, zu der das Lumen des Kehlkopfes auskleidenden Schleimhaut; im hintern Teile des Ansatzes führt sie bandähnlich von einem Ende des Compressors zum andern, welcher dadurch die Bedeutung eines eigentlichen Sphincters erlangt (Fig. 9). — Der Muskel ist in verschiedene Bündel geteilt, wovon ein inneres mit dicht liegenden Fasern deutlich absticht gegen die äußern mit lockerern Fasern. Das innere Bündel geht steiler nach oben (Fig. 10 s_1) als die äußern (s_2); daß es aber gar schief nach vorn zieht, sodaß eine Kreuzung zustande kommt, wie es Henle bei *Hem. triedrus* fand, trifft hier nicht zu. Es ist dies wohl eine Parallelerscheinung mit der Neigung des Arytaenoids nach der dorsalen Seite, statt wie bei

andern Geckonen nach der ventralen. — Ein eigentümlicher Umstand besteht darin, daß einige wenige der innersten Fasern an der Basis der Aryknorpel sich befestigen. Dies ist nicht etwa eine Anomalie, sondern bei jedem Kehlkopfe auf Querschnitten zu erkennen. Die Bedeutung dieser Tatsache ist schwer zu erklären; auf alle Fälle kann es aber nicht eine große sein, denn der Ansatz ist viel zu schwach.

Der M. dilatator laryngis verlegt seinen Ursprung bei den Geckotiden auf die beiderseitigen Seitenfortsätze des Cricoids, die eigens zu diesem Zwecke gebildet zu sein scheinen. Seine Fasern setzen sich bis an die äußerste Spitze dieses Gebildes an, welche sie von der Dorsalseite her halbmondförmig umgreifen (Fig. 9 *d*). Der Muskel ist an seiner Basis ziemlich dick, verbreitert sich aber bald zu einer Muskelplatte, welche aus der anfänglichen Sagittalebene in die Horizontalebene übergeht, indem sie nach der Dorsalwand des Kehlkopfes zieht (Fig. 8). Die vordern Fasern, zugleich die meisten, setzen sich am Kopfe der Arytaenoide an und zwar auf dessen äußerster, dorsaler Fläche (Fig. 11 *d*) und nicht, wie zu erwarten wäre und wie es bei andern Reptilien der Fall ist, auf dem oralsten Punkte des Knorpels. Die hintern Fasern strahlen in die Submucosa der Schleimhaut, die die Kehlritze begrenzt, aus; letzterer Umstand ist auch von andern Sauriern bekannt. So umgibt der Dilatator schalenartig einen Teil der dorsalen Partie des Compressors und des Cricoids (Fig. 8). Sehr undeutlich läßt sich eine Teilung des Muskels in 2 Partien verfolgen, welche aber offenbar keine Bedeutung hat. Die Wirkung des M. dilatator laryngis ist bei *H. garnoti* eine kombinierte: 1. erweitert er mit seinen vordern und hintern Fasern die Kehlritze, indem er Arytaenoid und Kehlkopfrand nach außen zieht, 2. bewirkt er mittels seiner vordern Fasern, seiner stärksten Partie, die an der äußern Seite des Aryknorpels ansetzen, eine Drehung desselben. Ich hatte das Glück, einen Kehlkopf zu finden, der sich in diesem Zustande befand (Fig. 4); bei diesem waren die sonst nach innen schauenden Haken der Aryknorpel nicht nur nach der dorsalen Seite gedreht, sondern sogar noch etwas nach außen gezogen. Was dieser Zustand für einen weitern Einfluß hat, werden wir nach Besprechung der Beschaffenheit der Kehlritzenränder sehen.

Von den Bindegewebsteilen des Kehlkopfes kommt besonders in Betracht die Schleimhaut und ihre Submucosa, die eine eigentümliche Entwicklung zeigt.

Henle unterscheidet bei den Reptilien 3 Arten von zwischen Zungenwurzel und Kehlkopf liegenden Schleimhautligamenten, die als „Plicae" die Kehlspaltenränder bilden helfen. Die Unterschiede gründen sich auf die Art des Ursprungs: 1. Die Ränder des Kehlkopfes weichen sogleich hinter der Zunge auseinander (Schlangen, *Lacerta*, Geckonen u. a.); bei *Plat. fasciularis* gibt er zu, eine dünne Querfalte vor dem Kehlkopfeingang gefunden zu haben. 2. Eine kurze Längsfalte zieht von der Zungenwurzel wie ein Frenulum zum Kehlkopfe, wo sie sich in die Ränder spaltet. 3. Die Schleimhaut bildet vor dem Kehlkopfe eine Querfalte, die häutig bleibt oder einen Knorpel enthalten kann (viele Schlangen, *Iguana*, *Draco* u. a.).

H. garnoti weist sehr viel Ähnlichkeit mit der ersten Kategorie auf, jedoch sind mehrere kurze, bogenförmige Querfalten (vgl. Fig. 10—13 u. 17) vor dem Kehlkopfe entwickelt, die aber nie die Bedeutung einer häutigen Epiglottis (3. Kategorie) erlangen können, dennoch aber eine Art Wall vor dem Kehlkopfeingang bilden. — Der Kehlkopf stellt einen gut abgegrenzten Vorsprung in die Mundhöhle dar (Fig. 17). Über ihn zieht die Schleimhaut hinweg und tritt durch die Spalte in sein Inneres. Sobald die Schleimhaut ins Innere des Kehlkopfes getreten ist, wird sie bedeutend feiner und dünner. Sie kleidet das Lumen des Kehlkopfes und der Trachea aus. In letzterer wird sie noch feiner und zeigt nur Verdickungen in den Lücken zwischen den Trachealringen, wie sie es auch in den Lücken des Kehlkopfes zeigt. Nirgends zeigt sich eine Spur von Stimmbändern, die bei den Geckonen gewöhnlich in der Gegend der Basis der Arytaenoide liegen.

Das Lumen des Kehlkopfes zeigt einige Eigentümlichkeiten. Der Übergang von der engen Kehlspalte zur Höhlung des Kehlkopfes vollzieht sich sozusagen plötzlich, sodaß ein scharfwinkliger Absatz zustande kommt (Fig. 8 *l*). Eine weitere Eigentümlichkeit besteht darin, daß an der dorsalen Wand zu beiden Seiten des Proc. ant. sup. 2 Einbuchtungen sich befinden (Fig. 12 *x*), welche diesen Teil beträchtlich schwächen; auf ihre Bedeutung werde ich später zurückkommen.

Der Submucosa kommt, wie schon erwähnt, eine besondere Bedeutung zu. Wir sehen sie im vordern Teil als feines Häutchen den Zungenbeinkörper umgeben und zu beiden Seiten zwischen die Muskulatur eindringen, besonders umgibt sie die beiden Stränge des Zungenmuskels; in diesen feinen Ausläufern erscheinen auch die Knorpel der Zungenbeinhörner. Wir sehen sie dann auf den M. sphincter übergehen, welchen sie oben und unten bekleidet und

sogar seine Bündel voneinander trennt; auch den M. dilatator bedeckt sie. Im fernern umgibt sie ventral und dorsal Kehlkopf und Trachea, sodaß man sagen kann, der gesamte Zungenbeinapparat, der Kehlkopf mit seiner Muskulatur und die Trachea seien in der Submucosa der Mundschleimhaut eingebettet. Als skeletogene Schicht scheint sie schon erkannt worden zu sein (Wilder, Dubois).

Damit man das Folgende richtig verstehe, bin ich gezwungen, kurz anzuführen, was Henle über den Aditus laryngis bei den beschuppten Reptilien sagt: Der Aditus lar. ist bei den meisten Reptilien, auch bei den Geckonen, von den hintern (dorsalen) Rändern der Aryknorpel begrenzt, indem deren vordere (ventrale) Ränder sich an den Proc. ant. inf. („proc. epiglotticus") anlegen und, wo er fehlt, von dem Compressor laryngis verbunden werden. Bei Sauriern mit ordentlichem Kehldeckel lösen sich die Spitzen der Arytaenoide vom Proc. ant. inf., und die Schleimhaut tritt dazwischen als Ligamentum aryepiglotticum. Je weiter dieser Zwischenraum wäre, desto länger wären diese Ligamente, die nun aber, wo dies der Fall ist (Crocodile und Chelonier) vom Zungenbein ausgehen, weil der Proc. ant. inf. hier gänzlich reduziert ist. Es sind infolgedessen Ligamenta aryhyoidea, welche hier einen Teil der Kehlkopfspalte bilden (so auch bei Mammaliern). Der größere Teil der Kehlkopfränder hingegen wird noch von den hintern (dorsalen) Rändern der Gießbeckenknorpel gebildet (Plicae arytaenoideae).

In der Gegend vor dem Kehlkopfe und in den Kehlkopfspaltenrändern sehen wir bei *H. garnoti* die Submucosa eine mächtige Entwicklung annehmen. Unter der erwähnten bogenförmigen Falte schwillt sie an, indem sie zugleich von zahlreichen Blutcapillaren durchsetzt wird (Fig. 10—13 *cp*). Auf diese Weise bildet sie einen Wall vor der Kehlkopföffnung. Vor dem Aditus laryngis angekommen, teilt sie sich in 2 Stränge, die sich vom Walle nach den Köpfen der Aryknorpel ziehen, wo sie sich befestigen, dann sich zum dorsalen Teile des 2. Kehlkopfringes senken, wo sie sich zu beiden Seiten des Proc. ant. sup. ansetzen. Die Kehlkopfspalte wird somit begrenzt von den Ligamenta aryhyoidea (Fig. 11a—h) und von Ligamenta arycricoidea (Fig. 12 a—c), während das Arytaenoid, vermöge seiner eigentümlichen Lage, sich nur an einer sehr kurzen Strecke der Spaltgrenze beteiligt. Wir treffen also hier bei *H. garnoti* Verhältnisse, die an diejenigen bei Crocodilen und Cheloniern erinnern.

Für den Zweck dieser ziemlich dicken wulstigen Lippen ist bezeichnend ihre histologische Differenzierung: sie enthalten zahl-

reiche, dichtliegende elastische Fasern. Die mächtig entwickelten Ligamenta aryhyoidea bestehen ausschließlich aus solchen. Ihre Ansatzstelle befindet sich auf der obersten Fläche des Arytaenoidkopfes. Von eben dieser Stelle gehen die etwas weniger dicht liegenden elastischen Fasern der Ligamenta arycricoidea aus. Diese ziehen zu der oben erwähnten geschwächten Stelle, die seitlich des Process. ant. sup. liegt. In diesem Engpasse verdichten sie sich beträchtlich und füllen ihn vollständig aus.

III. Die Muskulatur des Unterkiefers und der Situs der Mundhöhle.

Indem der Zungenbeinkörper am Kehlkopfe befestigt ist und auch dem Sphincter laryngis als Ursprung dient, ist es klar, daß die gesamte am Zungenbeinapparate befestigte Muskulatur an Bedeutung gewinnt, und dies ist der Grund, warum ich die Muskulatur des Mundbodens in meine Untersuchung einbeziehe. Auch finde ich in dieser Hinsicht bei meinem Exemplar verschiedene erwähnenswerte Abweichungen von den bisher untersuchten Arten.

Zieht man vom Unterkiefer die Haut weg, so gewahrt man oberflächlich eine sehr feine, hautdünne Muskelschicht, deren Fasern sich deutlich in verschiedene paarige Muskeln sondern. Diese Muskeln erweisen sich beim Abpräparieren als voneinander schwer trennbar, da ihre in verschiedenen Richtungen laufenden Fasern sich durchkreuzen oder wenigstens durch feines Bindegewebe zusammen gehalten werden; oft ist schwer zu unterscheiden, ob das eine oder das andere der Fall ist. Sämtliche Muskulatur ist quergestreift.

M. mylohyoideus (Fig. 14 *mh*). Als breitester fällt ein flacher Muskel ins Auge, dessen vordere Fasern quer über den Unterkiefer verlaufen, dessen hintere Fasern aber divergieren und schräg nach innen und hinten ziehen, um sich ziemlich weit hinten in einer am Zungenbeinkörper ansetzenden Raphe zu treffen. In der Gegend des Kehlkopfes schwindet diese, und die Fasern inserieren direkt am Zungenbein. Es ist dies der M. mylohyoideus [Stannius (5), Hoffmann (18)] = hyomandibular [Sanders (8 u. 12)]. Allerdings sind unter diesen Namen bei diesen Autoren 2 Muskelpaare verstanden, die sich auch bei *H. garnoti* vorfinden, von denen ich

aber nur das vordere Paar mit diesem Namen bezeichnen möchte. Die vordern Fasern dieses Paares laufen, wie schon bemerkt, quer über den Unterkiefer, indem sie den Deckknochen der Mandibel entspringen und in der Mitte aponeurotisch ineinander übergehen (mh_1). Die hintern Fasern entspringen der Mandibel in 5 deutlich getrennten Bündeln, durch deren Zwischenräume der M. ceratomandibularis (*cme*) seine Fasern sendet; dann laufen sie divergierend nach innen, sich mittels Bindegewebe am ganzen Zungenbeinkörper ansetzend, soweit derselbe nicht in der tiefen Muskulatur verschwindet (mh_2). Hoffmann (18) erwähnt in seiner Beschreibung nicht, daß dieser Muskel sich an den Zungenbeinkörper ansetzen kann. Dieses Verhalten scheint hier neu zu sein, denn auch Mivart (7, 9) und Sanders (8, 11, 12)[1]) erwähnen nichts davon.

Platysma myoides (Fig. 14 *pm*). Dieser Muskel wurde häufig mit obigem zusammengenommen; ich halte aber dafür, daß er als eigner Muskel bezeichnet werden darf. Seine Fasern ziehen vom hintern Drittel des Zungenbeinkörpers, an welchem sie ihren Ansatz bis eine Strecke unter den M. mylohyoideus ausdehnen und von ihm bedeckt werden, schwach divergierend nach außen und hinten; die hintersten Fasern laufen dem hintern Zungenbeinhorn parallel. Sie erreichen ihren Ursprung z. T. im Angularteil der Mandibel, z. T. in der Nackenfascie, wobei sie, nebenbei bemerkt, auch eng verbunden sind mit dem Fettmantel des Aquäducts, an den sich ja alle Muskulatur, die ihn streift, festheftet. — Diesen Muskel möchte ich als Platysma myoides bezeichnen, da er außerordentlich dünn ist und mit dem M. mylohyoideus wahrscheinlich nichts anderes gemein hat als die Entstehung aus der gleichen Schicht. In seiner Wirkung ist er ja gewissermaßen ein Antagonist des letztern. Warum Hoffmann und Sanders (*Platydactylus*) ihn mit demselben Namen wie den oben beschriebenen bezeichnen, ist mir nicht klar. (Übrigens sei hier bemerkt, daß Sanders bei *Liolepsis* den Muskel Platysma myoides nennt und bemerkt, daß er dem hyomandibular bei Gecko vollkommen entspreche; bei *Plat. japonicus* habe er aus Versehen den Namen „hyomandibular" angewandt, indem er es übersehen habe, daß dieser Name bei Fischen einen Knochen bedeute.) Mivart (9) hat bei *Chamaeleo parsonii* die beiden

1) Sanders erwähnt bei *Phrynosoma* ausdrücklich, daß er diesen Muskel nicht „mylohyoideus" nennen wolle, da er sich nicht ans Hyoid ansetze.

Muskeln, die dort ganz dieselbe Lage einnehmen wie bei *H. garnoti* (s. seine Abbildung), als mylohyoideus anterior und posterior unterschieden, welcher Bezeichnung ich mich aber nicht anschließe, da sich die beiden Muskeln teilweise bedecken. Bei *Iguana* unterscheidet er den hintern ebenfalls als Platysma myoides vom vordern mylohyoideus. Warum dann Hoffmann (18) bei den Chamäleonen diese Trennung in 2 Muskeln gelten läßt und bei kionocranen Sauriern nicht, ist nicht einzusehen.

M. ceratomandibularis externus (Fig. 15 *cme*). Unter dem Platysma durch zieht ein außerordentlich dünner Muskel. Er entspringt von den hintern Zungenbeinhörnern, soweit sie sich noch nicht auf die Kopfseiten umgebogen haben, und zieht mit parallelen Fasern nach vorn und außen; seine Insertion nimmt er an den hintern $^2/_3$ des Os dentale, wobei seine innern Fasern sich mit den 5 Bündeln des M. mylohyoideus kreuzen (Fig. 14). Dieser Muskel deckt sich mit Sanders' (*Platydactylus*) „mylohyoideus"; bei Hoffmann heißt er M. ceratomandibularis. Doch muß ich zum Unterschied der dortigen Diagnose bemerken, daß bei *H. garnoti* sein Ursprung den Zungenbeinkörper nicht mehr erreicht.[1])

M. ceratomandibularis internus (Fig. 15 *cmi*). Dieser Muskel ist wahrscheinlich als Abspaltung des vorigen zu betrachten. Er entspringt ziemlich dick von der Gabel der Copula, zieht mit parallelen Fasern median nach vorn zur Symphyse des Unterkiefers. Um den Kehlkopf beschreibt er beiderseits einen kurzen Bogen, so 2 Wülste bildend, zwischen die der Kehlkopf sich bettet. Ungefähr auf der Mitte seines Verlaufes verwandelt er sich plötzlich in ein einschichtiges, feines Muskelchen, ohne aber von seiner Breite zu verlieren. — Diesen Muskel finde ich bei keinem der Autoren erwähnt; es ist möglich, daß sie ihn, wenn er vorhanden, mit dem M. genioglossus (Fig. 16 *gg*) zusammenfallen ließen, von welchem er sich

1) Hoffmann bringt auf tab. 97 eine Abbildung nach J. G. Fischer, den Unterkiefer von *Heloderma horridum* darstellend. Hier ist der Muskel als M. geniohyoideus bezeichnet, ein von Stannius (5) bei Urodelen und Batrachiern angewandter Name für diesen Muskel. Stannius macht darauf aufmerksam, daß er nichts anderes als die Fortsetzung der geraden Bauchmuskeln vorstelle. Das gilt auch für Reptilien noch, was die erwähnte Abbildung J. G. Fischer's trefflich beweist. Deshalb halte ich auch die von Sanders bei *Plat. japonicus* gewählte Bezeichnung dieses Muskels als M. mylohyoideus für sehr unglücklich, denn dieser gehört sonst stets einer Quermuskulatur an.

aber bei *H. garnoti* schon durch seinen Ursprung deutlich unterscheidet, dann auch durch den Umstand, daß er enge mit der oberflächlichen Muskelschicht verbunden ist und sich sehr schwer von ihr abtrennen läßt, während dies vom M. genioglossus sehr leicht der Fall ist.

Diese 4 ebenbeschriebenen, vom Zungenbeinkörper und hintern Zungenbeinhorn ausgehenden und an der Peripherie der Mandibel ansetzenden Muskelpaare bilden eine fest verwachsene Schicht und bleiben beim Abtrennen eng verbunden, liegen aber frei über den tiefer liegenden Muskeln.

M. genioglossus (Fig. 16 *gg*). Dieser Muskel entspringt vom vordern Ende der hintern Zungenbeinhörner bis nahe der Stelle, wo diese sich nach den Kopfseiten umbiegen. Seine oberflächlichen Fasern ziehen nach vorn und innen und befestigen sich rechts und links der Unterkiefersymphyse. Die tiefern Fasern steigen in die Zunge an der Stelle, wo der Muskel eine leichte Ausbuchtung zeigt. In der Zunge teilt sich jeder Muskelstrang in 2, später in 4 Stränge, sodaß an der Zungenspitze der M. genioglossus 8 getrennte Stränge aufweist. Von der oberflächlichen Schicht gehen einige Fasern, nachdem sie den Kehlkopf passiert haben, schräg nach innen, wo sie sich gegenseitig in einer medianen Raphe treffen. Dieser Teil repräsentiert den M. hyoglossus [Hoffmann, Sanders (*Phrynosoma*)]. Meine Befunde decken sich vollkommen mit der Beschreibung, die Sanders bei *Plat. japonicus* gegeben hat, und somit haben wir hier bei Geckotiden ein Verhalten, das zwischen demjenigen von *Liolepsis* (nur ein einfaches M. genioglossus vorhanden) und demjenigen von *Phrynosoma* (2 deutlich getrennte MM. genioglossi und hypoglossi vorhanden) die Mitte hält; dies ist von Interesse, da alle 3 Formen zu den Crassilinguiern gehören. Leider erwähnt Mivart die Zungenmuskeln bei *Iguana* nicht. Eigentümlich ist, daß diese innern Fasern des M. geniohyoglossus, während sie nach innen biegen, genau die Kontur des Kehlkopfes wiederholen, welcher aber für gewöhnlich etwas weiter hinten liegt (vgl. Fig. 16). Es scheint so, als ob der Kehlkopf oft vorgezogen würde, ein Verhalten, welches sowohl für die Stimmgebung als auch für den Schluckakt von Bedeutung sein dürfte.

Die hintern Halsmuskeln sind überdeckt von einer feinen Aponeurose (Fig. 14 *ap*) mit Transversalfasern. Sie entspringt links und rechts dem Fettmantel, welcher den Aquaeductus umgibt und

oft weit gegen die Mittellinie vorrückt. Vorn ist sie begrenzt von den hintern Zungenbeinhörnern, hinten von den Mm. sternocleidomastoidei (Sanders bei *Plat.*) (*scm*). Diese Aponeurose finde ich von keinem Autor erwähnt. Nach ihrer Entfernung und derjenigen eines Teiles der Mm. sternocleidomastoidei stößt man auf den

M. omohyoideus (Fig. 15 *oh*). Dieser Muskel entspringt am Vorderrande der Clavicula bis ziemlich weit gegen die Scapula hinauf. Er sondert sich bald in 2 Partien, die jedoch bei verschiedenen Exemplaren in den Verhältnissen Schwankungen unterworfen sind. Der äußere, dickere Teil zieht nach vorn innen, zieht z. T. unter dem Aquäduct hindurch und setzt sich am Hinterrand der Copula an. Die zweite Partie bleibt sehr dünn, verbreitert sich aber nach und nach und setzt sich an den vordern Teil des hintern Zungenbeinhornes der andern Seite, sodaß eine Kreuzung (Fig. 15 *x*) der zweiten Partien dieses Muskels stattfindet. — Der M. omohyoideus scheint mir am meisten Verwandtschaft zu haben mit dem von Sanders bei *Plat. japonicus* so benannten, obschon dort keine Kreuzung stattfindet. — Ein M. episternohyoideus sublimis (Ursprung: vorderste Clavicula und Interclavicula, Fasern konvergierend) ist nicht vorhanden, was auch bei *Plat. japonicus* der Fall ist. Doch muß ich hier bemerken, daß ich bei einem Exemplar von *H. garnoti* die Ursprungsstelle soweit gegen das Episternum vorgerückt fand, indem zugleich die Kreuzung der Fasern äußerst schwer zu erkennen war, sodaß die Bezeichnung des Muskels als episternohyoideus sublimis zum mindesten in Frage gezogen werden konnte.

M. episternohyoideus (Fig. 16 *eh*). Er entspringt vom vordern Rande des Episternums und zieht bogenförmig nach vorn und außen, wobei seine innern Fasern mit ihrem hintersten Teile die Trachea bedecken. Der Muskel inseriert an der dorsalen Fläche des ersten Drittels der hintern Zungenbeinhörner. In seinem Anfangsteile ist er dicker als an der Insertionsstelle. Der Muskel deckt sich mit dem sternohyoideus bei *Plat. japonicus*; er ist homolog dem sternohyoideus profundus bei *Liolepsis* und *Phrynosoma* und nicht zu verwechseln mit dem sternohyoideus bei *Liolepsis* (= sternohyoideus sublimis), was Hoffmann getan hat.

M. ceratohyoideus, ein schon von Stannius (5) so bezeichneter Muskel. Er ist schmal, aber ziemlich dick und entspringt nahe dem distalen Ende des hintern Zungenbeinhornes an dessen knorpliger Apophyse. Seine Fasern ziehen nach vorn unten und setzen sich

am hintern Teile der vordern Hälfte des vordern Zungenbeinhornes fest. Es ist dasselbe Verhältnis wie bei *Plat. japonicus*, aber dadurch verschieden von *Liolepsis* und *Phrynosoma*, daß keine Fasern weiterziehen, um sich an die Mandibel anzusetzen. Mivart erwähnt den Muskel bei *Iguana* nicht, doch kommt er bei *Chamaeleo* vor, wo er aber seinen Ansatzpunkt am vordern Zungenbeinhorne beinahe bis zur Copula hinunter verschiebt.

Der Situs der Mundhöhle (Fig. 17) muß aus physiologischen Gründen berücksichtigt werden. Ihre Modellierung läßt in ihr einen Apparat zur Verstärkung und Modulation der Stimme vermuten.

Der Kehlkopf liegt in einer Höhlung, die unten vom Basalteile des Zungenbeinkörpers und von den oben beschriebenen Mm. ceratomandibulares interni und seitlich durch die Gabel der Mm. geniohyoglossi begrenzt wird, von welch letzterer er ziemlich eng umschlossen oder auch durch einen kleinen, vorn liegenden Zwischenraum getrennt wird. Bedeckt ist der Kehlkopf sowie die Trachea von der mit diesen Organen fest verbundenen Schleimhaut des Mundes. Vor der Kehlkopföffnung bildet sie einige schwache, bogenförmige Falten, die auch bei *Plat. fasciculatis* von Henle beobachtet worden sind. — Für das Dach der Mundhöhle fällt auf, daß die Schädelbasis gerade über dem Kehlkopfe ein weites, hartes Gewölbe bildet (*h*). Der hintere Teil des Gewölbes weicht beidseitig zurück und bildet weite Trommelhöhlen, auf deren Grund man die hyaline Columella erkennen kann. Im vordern Teil wird die Wölbung durch 2 bogenförmige, schräg gestellte Leisten (*l*) begrenzt, welche eine schmale Rinne zwischen sich offen lassen. Diese Rinne öffnet sich wieder trichterförmig ungefähr an der Stelle, wo die beiden Gaumenfalten ihre größte Breite erreicht haben.

Im vordersten Teil der folgenden länglichen Höhlung, die jederseits von den Gaumenfalten begrenzt wird, liegt ein eigentümliches Polster (*Po*), dessen Form ziemlich genau der pigmentierten, konkaven Partie der Zunge (*z*) entspricht und bei geschlossenem Munde eng auf dieselbe zu liegen kommt. Die Ränder der Gaumenfalten legen sich dabei an die Ränder der Zunge, und so kommt ein gut geschlossener Schlauch zustande von der Nasenöffnung bis zum Kehlkopfe. Das Polster, das sehr große Schleimzellen enthält, wird von den Vomeres getragen. Leydig (10) nennt es „Zäpfchen der Schleimhaut“ und Träger zahlreicher „becherförmiger Or-

gane“ = Organe eines 6. Sinnes. Die Vomeres, die zusammen ein pilzförmiges Gebilde darstellen, bedecken in ihrem vordersten Teile die Jacobson'schen Organe, deren Öffnungen im vordersten Teile der tiefen Rinnen liegen (*i*), welche jederseits des Polsters verlaufen und Vomeres und Maxillaria unterhöhlen. Etwas hinter der Öffnung des Jacobson-schen Organes beginnt die Choanenspalte, welche ihrer ganzen Länge nach vom Gaumenfortsatz des Maxillare überragt und geschützt wird; sie endet kurz vor dessen größter Breite in einer kreisförmigen Öffnung (*ch*). Die beiden Gaumenfalten an sich sind als Anbahnung der Verhältnisse bei Crocodilen von Interesse, wo dieselben zusammenstoßen und den sog. „harten Gaumen“ bilden. Der spätere lange Choanengang ist ja nicht anders aufzufassen als ein Schlitz (wie hier noch vorhanden), der bei Crocodilen durch die Verwachsung der Maxillaria, Palatina und Pterygoidea zur Röhre geschlossen wird.

IV. Mechanisches.

Der Apparat zur Hervorbringung der Stimme. Schon in der Einleitung habe ich bemerkt, daß bei *H. garnoti* weder eine lokale Luftröhrenerweiterung wie bei *Ptyodact. fimbriatus* noch eine besonders weite Trachea wie bei *Plat. guttatus*, noch überhaupt Stimmbänder vorkommen, wie sie von allen Autoren den Geckotiden zugeschrieben werden. Die Verhältnisse bei *H. garnoti* scheinen durchaus neu zu sein, und es ist gewiß merkwürdig, daß die 2 *Hemidactylus*-Arten (*H. armatus* und *H. triedrus*), die von Henle genau auf den Kehlkopf hin untersucht wurden, keine Andeutung dieser speziellen Verhältnisse aufweisen.

Mit der Tatsache, daß *H. garnoti* zum Unterschiede von andern Geckotiden keine Stimmenbänder besitzt, gehen anatomische Eigentümlichkeiten Hand in Hand. Vorerst die Überneigung der Arytaenoidköpfe nach der dorsalen Seite, wodurch die Ligamenta aryhyoidea zu mächtiger Entwicklung gelangen. Durch eben diese Stellung der Arytaenoide verliert ihr dorsaler Rand seinen Anteil an der Kehlspaltenbildung, indem die Schleimhaut, welche die beiden Knorpel zuvor als reine Plicae arytaenoideae bedeckt hat, sich zu Ligamenta arycricoidea entwickelt, welche die Kehlritze weiter führen. Die Kehlritze ist bei *H. garnoti* abnorm lang, welcher Umstand hauptsächlich dadurch veranlaßt wird, daß der 1. Kehlkopfring dorsal nicht entwickelt ist und das Ligamentum arycricoideum sich so bis auf den 2. Kehlkopfring fortsetzen kann.

Führt schon die Bildung der den Ursprung des Dilatators tragenden Seitenfortsätze des Cricoids, die für die stimmbegabten

Geckonen charakteristisch ist[1]), darauf, daß die Stimmstärke von der Möglichkeit einer starken Erweiterung der Kehlritze abhängig ist, so müssen die speziellen Einrichtungen zu noch besserer Erweiterung frappieren. Diese Einrichtungen bestehen darin, daß der M. dilatator nicht am oralen Rande der Aryknorpel ansetzt, sondern am Dorsalrande ihres Kopfes, wodurch bei Kontraktion des Muskels eine Drehung der Knorpel ermöglicht wird; der in der Ruhestellung nach innen schauende Haken, an dem die beiden Ligamente sich ansetzen, dreht sich in diesem Falle nach oben und sogar noch etwas nach außen. Durch ihn wird der Radius der Welle bedeutend vergrößert, und eine relativ geringe Drehung veranlaßt schon eine beträchtliche Spannung in den betreffenden Ligamenten, indem wir nicht vergessen dürfen, daß die Arytaenoide, abgesehen von ihrer Drehung, auch noch nach außen gezogen werden. Die Kehlspaltenränder sind also spannbar und können voneinander entfernt und durch den M. compressor einander wieder genähert werden. — Die Ligamente ihrerseits sind höchst zweckentsprechend eingerichtet. Durch ihre Elastizität, die durch ihre histologische Struktur bedingt ist, stellen sie einerseits ein vortreffliches Objekt für Schwingungen dar, andrerseits können sie sich beim Anspannen beträchtlich verlängern und drehen bei Nachlassen des M. dilatators die Arytaenoide wieder in ihre Ruhelage zurück; der M. compressor laryngis vervollständigt den Schluß der Kehlritze und preßt ihre Ränder fest aufeinander. Beim Spannen der Ligamente wird das kürzere Lig. arycricoideum stark zur Seite gezogen; damit dies unbehindert geschehen kann, ist seine Ansatzstelle am Cricoid sehr zweckmäßig verschmälert (Fig. 12 *x*). — Um die dicken und gespannten Ligamente in gehörige Schwingung zu bringen, bedarf es einer starken Luftströmung; daß diese vorhanden ist, darauf deutet die sehr große Zahl geschlossener Ringe ($^2/_3$ aller Ringe) und die Anwesenheit eines Skelets der Bronchen; auch sind die vorkommenden Trennungen der hintern Trachealringe sehr schmal.

Vergleichen wir die Stimmen der Saurier, so fällt uns auf, daß die meisten der wenigen, welche das Vermögen haben, mit dem Munde Geräusche zu erzeugen, nur ein Zischen oder Fauchen hervorbringen, ein Laut, der nach Brehm u. A. gar nicht als Kehllaut bezeichnet werden kann, sondern durch den Rachen erzeugt wird.

---

1) Sie kommt unter den Reptilien nur noch *Hatteria* in schwacher Form zu.

Eine Kehlstimme kommt nur den Chamaeleoniden und den Geckotiden zu, 2 Familien, welche sich gerade durch den Besitz von gut entwickelten Stimmbändern auszeichnen. (Bei andern hat man zwar auch solche gefunden, so bei *Lacerta*, doch bemerkt Henle, daß sie durchaus unbrauchbar erscheinen und daß der kurze Ton, den sie gelegentlich hören läßt, eher aus den Kehlrändern zu erklären sei.) Ein Chamäleon, das recht ansehnliche Stimmbänder besitzt, kann nur knurren (Wiedersheim). Die Geckonen haben die lautesten Stimmen und besitzen die besten Stimmbänder; ein *Hemidactylus* (*H. triedrus*) besitzt sogar die vollkommensten. Hier aber bei *H. garnoti* ist keine Andeutung von solchen vorhanden. Wie es nun zustande gekommen sein mag, daß hier die beschriebenen anatomischen Eigentümlichkeiten auftraten und die Kehlritzenränder in den Stimmapparat ein-, die Stimmbänder aber ausgeschaltet wurden, ist eine offene Frage. Jedenfalls aber ist die starke Stimme auch bei Mangel jeglicher Stimmbänder gut zu erklären, da diese speziellen anatomischen und histologischen Verhalten für sie völligen Ersatz bieten, wenn sie nicht noch als vorteilhafter zu betrachten sind.

Der Apparat zur Verstärkung und Modulation der Stimme. Auch dem in der Einleitung zitierten Forscher C. A. Doleschall hat es geschienen, als ob mit der Anwesenheit eines guten, jedoch kleinen Stimmapparats die Kraft und Fülle der Geckonenstimme noch nicht erklärt sei. Als Hilfsapparat nehme auch ich den Mundboden in Anspruch, nur finde ich statt einer elastischen Haut nur lauter quergestreifte Muskulatur.

Die Ansätze der Mandibelmuskeln konzentrieren sich fast ausschließlich auf die Kehlkopfgegend, sodaß diese gewissermaßen im Zentrum ihrer Wirkungen steht. Das Zungenbein, das diese Ansätze trägt, ist fest mit dem Kehlkopfe verbunden. Ähnlich wie Doleschall mit seinem „Trommelvlies“, glaube ich, daß der Muskelapparat des Mundbodens dazu da ist, diesem gelegentlich eine straffere Konsistenz zu geben, sodaß er nicht jeder Erschütterung des Kehlkopfes folgt und dadurch die Schwingungen, die ihn ja mitbewegen müßten, verlangsamt, sondern im Gegenteil sie elastisch zurückwirft und dadurch ausgleicht und erleichtert; er mag sie auch vermindern (durch schwächere Spannung) oder vermehren (durch stärkere Spannung). Ich wage zwar nicht bestimmt zu entscheiden, wodurch 2 verschiedene Laute zustande kommen; diese Frage dürfte

am ehesten bei Beobachtung eines lebenden Tieres Aufschluß finden. Das Vor- und Rückziehen des Kehlkopfes oder die Art des Öffnens des Mundes kann unter Umständen auch einen Einfluß darauf haben. Auf ersteres deutet das lose sitzende Os entoglossum, das Auftreten des hier neuen M. ceratomandibularis internus und der Ansatz der hintern Fasern des M. mylohyoideus am Zungenbeinkörper, ebenso die innere Kontur des M. geniohyoglossus. — Zur Stärke der Stimme trägt jedenfalls die auffallend geräumige Mundhöhle bei, die ein hartes Dach besitzt, welches jede Dämpfung der Schwingungen ausschließt.

Literaturverzeichnis.

1. Tiedemann, F., Über einen beim gefranzten Gecko entdeckten Luftbehälter, in: Deutsch. Arch. Physiol. Meckel, Vol. 4, 1818, p. 549.
2. Meckel, J. Fr., Über das Respirationssystem bei den Reptilien, ibid., Vol. 4, 1818, p. 60.
3. —, Beiträge zur Geschichte des Respirationssystems der Amphibien, ibid., Vol. 5, 1819, p. 213.
4. Henle, J., Vergleichend-anatomische Beschreibung des Kehlkopfs, Leipzig 1839.
5. Stannius, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere, Vol. 2, Zootomie der Amphibien, 1854.
6. Doleschall, C. L., Over het stemorgan van Platydactylus guttatus, in: Nat. Tijdschr. Nederl. Indie 1855.
7. Mivart, St. G., Notes on the myology of Iguana tuberculata, in: Proc. zool. Soc. London 1867, p. 766.
8. Sanders, A., Notes on the myology of Platydactylus japonicus, ibid., 1870, p. 413.
9. Mivart, St. G., On the myology of Chamaeleo Parsonii, ibid., 1870, p. 850.
10. Leydig, F., Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, Tübingen 1872.
11. Sanders, A., Notes on the myology of Liolepis belli, in: Proc. zool. Soc. London 1872, p. 154.
12. —, Notes on the myology of Phrynosoma coronatum, ibid., 1874, p. 71.

13. Schreiber, E., Herpetologia Europaea, Braunschweig 1875.
14. Wiedersheim, R., Zur Anatomie und Physiologie des Phyllodactylus europaeus, in: Morphol. Jahrb., Vol. 1, 1876.
15. —, Das Respirationssystem der Chamaeleoniden, in: Ber. naturf. Ges., Freiburg 1886.
16. Dubois, E., Zur Morphologie des Larynx, in: Anat. Anz., Vol. 1, 1886.
17. van Bemmelen, J. F., Beiträge zur Kenntnis der Halsgegend bei Reptilien, I anatom. Teil, in: Bijdr. Dierkunde, Amsterdam, Afl. 16, 1888.
18. Hoffmann, C. K., Reptilien, in: Bronn, Klass. Ord. Thierreich, 1890.
19. Wilder, H. H., Studies in the phylogenesis of the larynx, in: Anat. Anz., Vol. 7, 1892.
20. —, The Amphibian larynx, in: Zool. Jahrb., Vol. 9, Anat., 1896.
21. Göppert, E., Der Kehlkopf der Amphibien und Reptilien, I. Teil, Amphibien, in: Morphol. Jahrb., Vol. 26, 1898, p. 282—329.
22. —, Der Kehlkopf der Amphibien und Reptilien, II. Teil, Reptilien, ibid., Vol. 28, 1899, p. 1—27.
23. Maurer, F., Schilddrüse, Thymus und andere Schlundspaltenderivate bei der Eidechse, ibid., Vol. 27, 1899.
24. Zang, R., Die Stimme der deutschen Lacerten, in: Zool. Anz., Vol. 26, 1903, p. 421—422.
25. Gegenbaur, C., Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.
26. Volz, W., Lacertilia von Palembang, in: Zool. Jahrb., Vol. 19, Syst., 1903.
27. Wiedersheim, R., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Jena 1906.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 1.

Fig. 1. Zungenbeinapparat. *s* Ursprung des M. sphincter.

Fig. 2. Skelet des Kehlkopfes von hinten.

Fig. 3. Skelet des Kehlkopfes von vorn.

Fig. 4. Skelet des Kehlkopfes von hinten mit aufgedrehten Arytaenoiden. *a* Arytaenoid. *c* Cricoid. *I* erster, *II* zweier Kehlkopfring. *pai* Processus anterior inferior. *pas* Processus ant. sup. *1*, *2*, *3* etc. erster, zweiter etc. Trachealring.

Fig. 5. Kehlkopf von vorn mit Muskeln und anormaler Trachea. *s* M. sphincter. *d* M. dilatator.

Fig. 6. Unterer Teil der Trachea mit Bronchen von hinten.

Fig. 7. Unterer Teil der Trachea mit Bronchen von vorn.

Fig. 8. Kehlkopf von hinten mit Muskeln und anormalem Ansatz des Sphincters. *l* Kontur des Lumens.

Fig. 9. Schnitt durch den 2. Kehlkopfring (vorderster Teil) und Seitenfortsätze. *zb* Zungenbeinkörper. *lig* Ligament des Sphincters. *sch* Schleimhaut des Mundes. *m* Submucosa.

Fig. 10—13. Serie von Sagittalschnitten durch den Kehlkopf. s_1 innerer Teil des Sphincters. s_2 äußerer Teil. *cp* Submucosa mit Capillaren. *lig a—h* Ligamentum aryhyoideum. *lig a—c* Lig. arycricoideum. *x* verschmälerte Stelle in der Kehlkopfwand. *ff* Querfalten der Schleimhaut.

Fig. 14—16. Muskeln des Unterkiefers. mh_1, mh_2 M. mylohyoideus. *pm* Platysma myoides. *cme*, *cmi* M. ceratomandibularis externus und internus. *sm* M. submentalis, der die Ringmuskulatur der Zunge bildet. *ap* Aponeurose.

ae Aquaeductus. *scm* M. sternocleidomastoideus. *p* M. pectoralis. *aa* Adductores mandibulae. *oh* M. omohyoideus. *x* seine Kreuzung. *eh* M. episternohyoideus. *gg* M. genioglossus. gg_1 seine innern Fasern.

Fig. 17. Situs der Mundhöhle, Adductoren durchschnitten.

i Öffnung des Jacobson'schen Organes. *Vo* Polster über dem Vomer. *Max* Gaumenfalten. *ch* die darunterliegende Öffnung der Choanenspalte. *l* Leiste. *h* Höhlung über dem Kehlkopfe. *b* Schädelbasis. *z* pigmentierte Partie der Zunge.

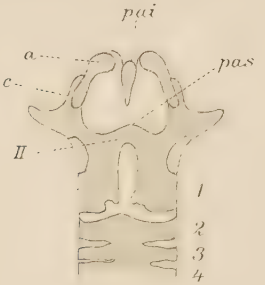

Fig. 2.

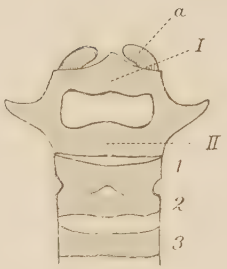

Fig. 3.

Fig. 1.

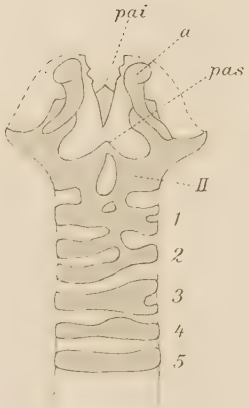

Fig. 4.

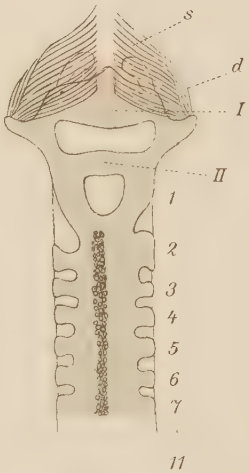

Fig. 5.

Fig. 8.

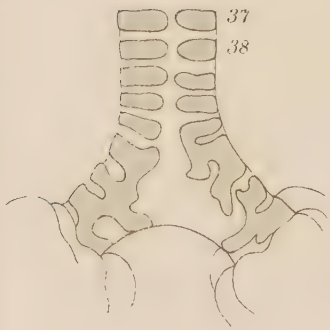

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 17.

L. Steck gez.

Verlag v

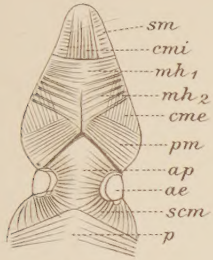

Fig. 14.

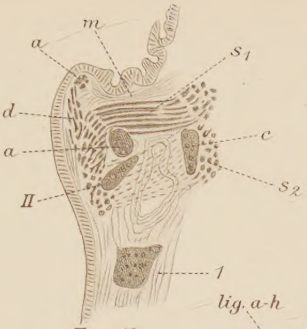

Fig. 10.

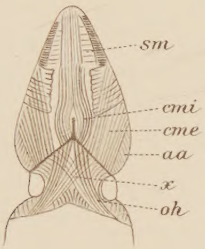

Fig. 15.

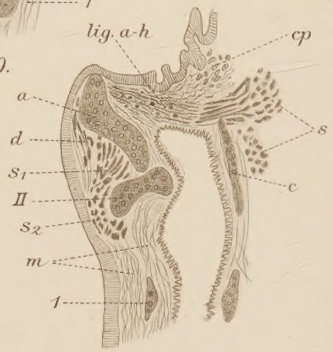

Fig. 11.

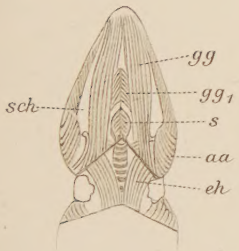

Fig. 16.

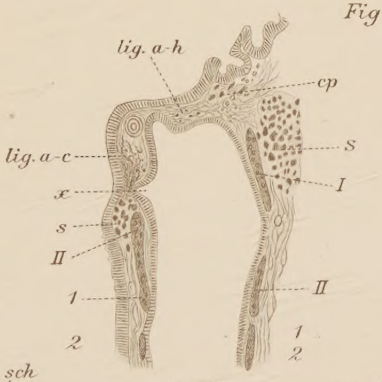

Fig. 12.

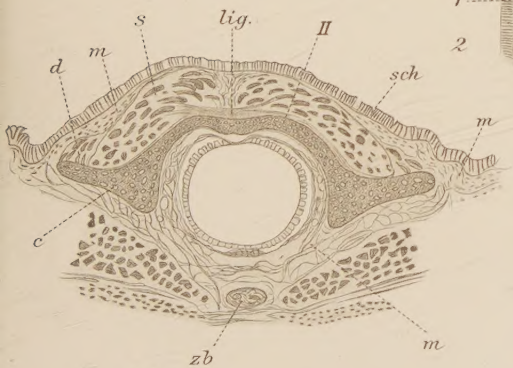

Fig. 9.

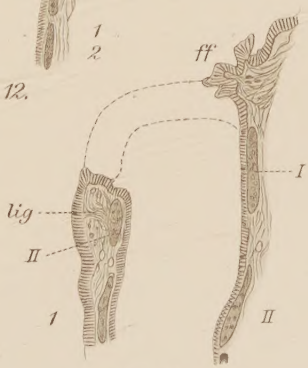

Fig. 13.

Lith. Anst. v. K. Wesser, Jena.

scher, Jena.